



①⑨ BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENT- UND  
MARKENAMT

⑫ **Offenlegungsschrift**  
⑩ **DE 100 55 915 A 1**

⑤① Int. Cl. 7:  
**F 25 B 41/06**

②① Aktenzeichen: 100 55 915.8  
②② Anmeldetag: 10. 11. 2000  
④③ Offenlegungstag: 23. 5. 2002

DE 100 55 915 A 1

BEST AVAILABLE COPY

⑦① Anmelder:  
BSH Bosch und Siemens Hausgeräte GmbH, 81669  
München, DE

⑦② Erfinder:  
Reisinger, Hans-Georg, Dipl.-Ing., 89257 Illertissen,  
DE

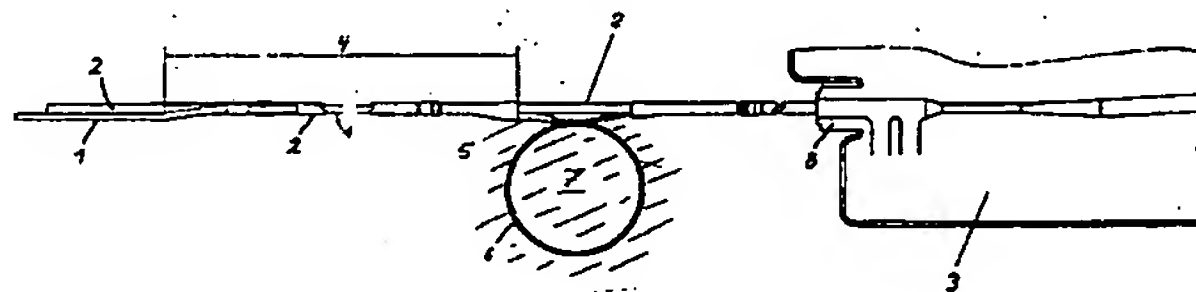
⑤⑥ Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht  
zu ziehende Druckschriften:

DE	199 00 701 A1
DE	195 06 904 A1
DE	41 20 651 A1
EP	04 26 061 B1

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

⑤④ Kältemittelkreislauf für eine Kältemaschine

⑤⑦ Ein Kältemittelkreislauf für eine Kältemaschine umfasst einen Verdichter, einen Verdampfer (3), eine ein Kältemittel vom Verdichter zum Verdampfer (3) führende, eine Kapillare (6) umfassende Vorlaufleitung (1) und eine vom Verdampfer (3) zum Verdichter führende Rücklaufleitung (2) in thermischem Kontakt mit der Vorlaufleitung. Der thermische Kontakt ist auf einen stromaufwärts von der Kapillare (6) gelegenen Bereich (4) der Vorlaufleitung (1) konzentriert.



DE 100 55 915 A 1

## Beschreibung

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft einen Kältemittelkreislauf für eine Kältemaschine wie etwa ein Kältegerät zum Kühlen von Lebensmitteln und anderen verderblichen Gegenständen im häuslichen oder gewerblichen Bereich, eine Wärmepumpe, ein Klimagerät oder dergleichen.

[0002] Ein solcher Kältemittelkreislauf umfasst herkömmlicherweise einen Verdichter zum Verdichten und Verflüssigen eines Kältemittels, einen Verdampfer, eine Vorlaufleitung zum Zuführen des verflüssigten Kältemittels vom Verdichter zum Verdampfer und eine Rücklaufleitung vom Verdampfer zum Verdichter. Vor dem Eintritt des Kältemittels in den Verdampfer ist eine Expansioneinrichtung angeordnet, in der das Kältemittel auf den niedrigeren Druck des Verdampfers entspannt wird, bei dem es in der Lage ist, zu verdampfen und dabei Wärme aus der Umgebung des Verdampfers aufzunehmen. Zum Entspannen des Kältemittels wird z. B. ein Expansionsventil, eine Drosselblende oder auch ein Kapillarrohr eingesetzt. Ein Grund für die Verwendung eines solchen Kapillarrohrs ist, dass sich mit ihm auf einfache Weise ein Wärmetauscher zur Erzielung eines Temperaturangleichs zwischen dem vom Verdichter kommenden verflüssigten Kältemittel und dem expandierten Kältemittel in der Rücklaufleitung realisieren läßt. Dazu wird üblicherweise das Kapillarrohr innerhalb der Rücklaufleitung verlegt, oder es wird außen an der Rücklaufleitung angelötet.

[0003] Im Vergleich zur Kältemittleinspritzung mit Expansionsventil, Drosselblende oder dergleichen ist bei der Kapillarrohreinspritzung im allgemeinen mit einem höheren Gasanteil am Verdampfereintritt zu rechnen. Der Grund dafür ist, dass der Druckabfall im Kapillarrohr im Vergleich zu einer Drosselblende über eine relativ lange Wegstrecke verteilt ist, auf der das Kältemittel Gelegenheit hat, zu verdampfen. Diese partielle Verdampfung des Kältemittels führt jedoch zu einer hohen Strömungsgeschwindigkeit des Kältemittels am Austritt des Kapillarrohrs und zu einer ungleichmäßigen Strömung. Dies wirkt sich negativ auf das Betriebsgeräusch der Kältemaschine aus.

[0004] Aufgabe der Erfindung ist, einen Kältemittelkreislauf mit einer Kapillare in der Vorlaufleitung anzugeben, der einen hohen Wirkungsgrad und ein niedriges Betriebsgeräusch aufweist.

[0005] Die Aufgabe wird dadurch gelöst, dass der zwischen der Rücklaufleitung und der Vorlaufleitung vorgesehene thermische Kontakt auf einen stromauswärts von der Kapillare gelegenen Bereich der Vorlaufleitung konzentriert wird.

[0006] Diesem Vorschlag liegt die überraschende Einsicht zugrunde, dass eine lange, enge Kapillare nicht zwangsläufig das beste Mittel ist, um einen Temperatenausgleich zwischen Vor- und Rücklauf des Kältemittels herbeizuführen. Der enge Durchmesser einer solchen Kapillare ermöglicht zwar einen schnellen Wärmeaustausch, gleichzeitig aber bedingt er notwendigerweise hohe Strömungsgeschwindigkeiten des Kältemittels und damit kurze Verweilzeiten im Bereich des thermischen Kontakts. Wenn in der Kapillare überdies Verdampfung stattfindet, die das Volumen des Kältemittels erhöht, so wächst über den Verlauf der Kapillare hinweg die Strömungsgeschwindigkeit des Kältemittels noch zusätzlich an, was die Effektivität des Wärmeaustauschs beeinträchtigt. In einem vor der Kapillare liegenden Leitungsabschnitt mit größerem Durchmesser mag zwar die pro Mengeneinheit des Kältemittels und Zeiteinheit ausgetauschte Wärmemenge kleiner sein als in der Kapillare, dieser Effekt kann jedoch durch die längeren Verweilzeiten des Kältemittels leicht mehr als wett gemacht werden, selbst

wenn die Länge des thermischen Kontaktbereichs kürzer ist als die der Kapillare.

[0007] Um eine vorzeitige Verdampfung des Kältemittels im thermischen Kontaktbereich zu vermeiden, ist es zweckmäßig, dessen Länge und Durchmesser im Vergleich zu denen der Kapillare so zu wählen, dass der Druckabfall im Bereich des thermischen Kontakts nicht mehr als 25, vorzugsweise nicht mehr als 10% des Druckabfalls in der Kapillare beträgt. Idealerweise sollte der Druckabfall in dem thermischen Kontaktbereich vernachlässigbar sein, was bei einem Innendurchmesser des Kontaktbereichs von wenigen Millimetern im Vergleich zu einem Kapillardurchmesser von typischerweise weniger als 0,5 mm für ein Haushalts-Kältegerät ohne weiteres zu erreichen ist.

[0008] Während der Bereich des thermischen Kontakts vorzugsweise durch eine in Kontakt mit der Wand der Rücklaufleitung oder im Innern der Rücklaufleitung geführte Hohlleitung gebildet ist, ist die Kapillare vorzugsweise wenigstens auf dem überwiegenden Teil ihrer Länge außerhalb der Rücklaufleitung geführt.

[0009] Darüber hinaus ist die Kapillare zweckmäßigerweise in ein Isolationsmittel eingebettet, so dass in der Kapillare stattfindende Verdampfung allein dem Kältemittel des Vorlaufs Wärme entziehen kann, nicht aber dem Rücklauf, wie dies bei Systemen mit in der Rücklaufleitung geführter Kapillare möglich ist.

[0010] Das Isolationsmaterial kann vorteilhafterweise gleichzeitig Teil einer Wand des Kältegeräts sein und so gleichzeitig zur Isolierung von dessen Innenraum gegen die Umgebung dienen.

[0011] Wenn die Kapillare außerhalb der Rücklaufleitung geführt ist, so ist es im Interesse eines guten Wirkungsgrades wünschenswert, am Verdampfer getrennte Anschlussstutzen für Vor- und Rücklaufleitung vorzusehen, um so einen Wärmeaustausch zwischen dem Rücklauf und dem entspannten Kältemittel des Zulaufs zu vermeiden.

[0012] Um die Erfindung mit möglichst wenig Anpassungen existierender Kältegeräte einsetzen zu können, kann auch ein Verdampfer mit koaxialen Anschlussstutzen für Vor- und Rücklauf in Betracht gezogen werden. In diesem Fall ist es jedoch wünschenswert, die Kapillare erst in einem möglichst geringen Abstand von dem Stutzen in die Rücklaufleitung zurückzuführen.

[0013] Einer weiteren Variante der Erfindung zufolge ist vorgesehen, die Kapillare ins Innere des Verdampfers zu verlegen. Bei dieser Variante kann die Zulaufleitung in thermischem Kontakt mit der Rücklaufleitung bis unmittelbar an den Anschlussstutzen des Verdampfers herangeführt werden, da alle Verdampfung erst später, in der Kapillare innerhalb des Verdampfers, auftritt und somit dem Verdampfer bzw. dem von ihm zu kühlenden Gut Wärme entzieht.

[0014] Weitere Merkmale und Vorteile der Erfindung ergeben sich aus den nachfolgenden Ausführungsbeispielen mit Bezug auf die beigefügten Figuren. Es zeigen:

[0015] Fig. 1 eine schematische Darstellung eines Ausschnitts aus einem erfindungsgemäßen Kältemittelkreislauf gemäß einer ersten Ausgestaltung der Erfindung;

[0016] Fig. 2 eine zur Fig. 1 analoge Darstellung einer zweiten Ausgestaltung der Erfindung; und

[0017] Fig. 3 eine zur Fig. 1 analoge Darstellung einer dritten Ausgestaltung.

[0018] Fig. 1 zeigt eine schematische Ansicht eines Teils eines erfindungsgemäßen Kältemittelkreislaufs, mit einer Vorlaufleitung 1, einer Rücklaufleitung 2 und deren Verbindung mit einem Verdampfer 3, der in der Figur nur ausschnittsweise gezeigt ist. Die Vorlaufleitung ist an einen Hochdruckanschluss eines (nicht dargestellten) Verdichters angeschlossen und die Rücklaufleitung 2 an einen Nieder-

druckanschluss des Verdichters. Der Kältemittelkreislauf kann weitere Elemente enthalten, die von der vorliegenden Erfindung nicht betroffen sind und in der Figur nicht gezeigt sind. Der Verdichter pumpt verdichtetes, flüssiges Kältemittel durch die Vorlaufleitung 1 zum Verdampfer 3 und saugt verdampftes Kältemittel über die Rücklaufleitung 2 aus diesem ab. Ein Wärmetauscher 4 ist an Vor- und Rücklaufleitung 1, 2 gebildet, indem die Vorlaufleitung 1, die einen geringeren Durchmesser als die Rücklaufleitung 2 hat, auf einem Wegstück innerhalb der Rücklaufleitung 2 geführt ist, so dass die Vorlaufleitung 1 auf ihrem gesamten Umfang vom entspannten Kältemittel des Rücklaufs im Gegenstrom umspült ist. Die Vorlaufleitung ist zumindest auf der Länge des Wärmetauschers 4 aus einem gut wärmeleitenden Metall wie etwa Kupfer hergestellt.

[0019] Alternativ kann die Vorlaufleitung 1 im Bereich des Wärmetauschers 4 an der Außenwand der Rücklaufleitung 2 in engem thermischem Kontakt mit dieser geführt sein, z. B. indem sie an der Rücklaufleitung 2 großflächig verlötet ist.

[0020] Am Ende des Wärmetauschers 4, an einer Gabelung 5, ist die Vorlaufleitung 1 aus der Rücklaufleitung 2 wieder herausgeführt. In geringem Abstand von dieser Gabelung 5 ist in die Vorlaufleitung 1 eine Kapillare 6 eingefügt. Diese Kapillare kann bei einem Kältemittelkreislauf für ein Haushalts-Kältegerät eine lichte Weite von einigen 100 µm haben, im Gegensatz zu einer lichten Weite von mehr als 1 mm der Vorlaufleitung 1 im Bereich des Wärmetauschers 4 und davor. Durch diese Wahl der Innendurchmesser der Vorlaufleitung 1 wird erreicht, dass das Kältemittel im Bereich des Wärmetauschers 4 eine wesentlich geringere Strömungsgeschwindigkeit hat als in der nachgeschalteten Kapillare 6, so dass trotz des relativ großen Durchmessers des flüssigen Kältemittels in der Vorlaufleitung 1 ein Wärmetauscher 4 ein wirksamer Wärmeaustausch zwischen Vor- und Rücklauf zustande kommt. Gleichzeitig verhindert die Wahl der Durchmesser einen starken Druckabfall in der Vorlaufleitung 1 im Gebiet des Wärmetauschers 4, wodurch eine Verdampfung des Kältemittels im Vorlauf bis zum Eintritt in die Kapillare 6 wirksam vermieden wird.

[0021] Wie groß der Druckabfall bis zum Anfang der Kapillare 6 sein darf, ohne dass Verdampfung auftritt, hängt natürlich stark von den Betriebstemperaturen und -drücken und der Dimensionierung des Kältemittelkreislaufs ab. Je höher der Ausgangsdruck des Verdichters ist, um so höher ist der prozentuale Druckabfall, der bis zum Beginn der Kapillare 6 zugelassen werden kann. Andererseits ist es für einen wirtschaftlichen Betrieb des Kältemittelkreislaufs zweckmäßig, mit dem Verdichter keinen wesentlich höheren Ausgangsdruck zu erzeugen als den, der zum Verflüssigen des Kältemittels benötigt wird. Als eine obere Grenze des bis zum Beginn der Kapillare 6 zulässigen Druckabfalls können daher 25% des Druckabfalls in der Kapillare 6, besser noch 10 oder gar 5% angenommen werden.

[0022] Beim Durchgang durch die Kapillare 6 erfährt das Kältemittel einen auf die Länge der Kapillare verteilten, allmählichen Druckabfall, der zu einer teilweisen Verdampfung des Kältemittels bei gleichzeitiger Aufnahme von Wärmeenergie aus der Umgebung oder Kühlung des Kältemittels führen kann. Um sicherzustellen, dass diese Wärmeenergie nicht dem Kältemittel des Rücklaufs entzogen wird, ist bei dem hier gezeigten Kältemittelkreislauf die Kapillare 6 thermisch getrennt von der Rücklaufleitung 2 geführt. Sie ist auf ihrer gesamten Länge in ein Isolationsmaterial 7 eingebettet, bei dem es sich das gleiche Schaumstoffmaterial handeln kann, aus dem auch die isolierenden Wände von Haushalts-Kältegeräten hergestellt werden. Wenn der Kältemittelkreislauf der Fig. 1 in einem solchen

Kältegerät eingesetzt wird, kann die Kapillare 6 in das Isolationsmaterial einer Wand des Kältegeräts eingebettet sein. Bei der Ausgestaltung der Fig. 1 ist die Kapillare 6 auf ihrem Weg zum Verdampfer 3 hin auf einem kurzen Wegstück wieder in die Rücklaufleitung 2 zurückgeführt. Der Grund hierfür ist die Bauform der in Haushalts-Kältegeräten verbreitet eingesetzten Verdampfer. Diese besitzen einen koaxialen Anschluss 8, in dem auf einem kurzen Wegstück der Kältemittelvorlauf allseitig vom Rücklauf umgeben geführt ist. Der auf diesem Wegstück nicht völlig auszuschließende Wärmeaustausch zwischen dem Rücklauf und dem verdampften Kältemittel des Vorlaufs kann allerdings dadurch begrenzt werden, dass die Vorlaufleitung auf diesem Wegstück durch ein schlecht wärmeleitendes Metall wie etwa Eisen gebildet ist und der Innendurchmesser der Vorlaufleitung dort gering gehalten ist, um eine hohe Strömungsgeschwindigkeit und damit eine kurze Verweilzeit des Kältemittels zu gewährleisten, wohingegen der Durchmesser des umgebenden Rücklaufs deutlich größer sein kann als in der sich anschließenden Rücklaufleitung 2, um eine niedrige Strömungsgeschwindigkeit zu erreichen und damit zu gewährleisten, dass an der Vorlaufleitung abgekühltes Kältemittel des Rücklaufs möglichst lange in der Umgebung der Vorlaufleitung verbleibt und diese so gegen weitere Erwärmung abschirmt.

[0023] Fig. 2 zeigt eine zweite Ausgestaltung des erfindungsgemäßen Kältemittelkreislauf bei dem die Problematik des Wärmeaustauschs zwischen Vor- und Rücklauf am Anschluss des Verdampfers dadurch vermieden ist, dass der Verdampfer 3' zwei getrennte Anschlüsse 8'a, 8'b aufweist, einen für den Kältemittelvorlauf und einen für den Rücklauf. Ansonsten ist der Aufbau des Kältemittelkreislaufs aus Fig. 2 der gleiche wie bei Fig. 1.

[0024] Fig. 3 zeigt eine dritte Ausgestaltung des erfindungsgemäßen Kältemittelkreislaufs, bei der sich im Gegensatz zu den zwei vorgenannten Ausgestaltungen der Wärmetauscher 4" bis in den Bereich des einzigen Anschlusses 8" des Verdampfers 3" erstreckt. Bei dieser Ausgestaltung ist die Vorlaufleitung 1 mit einem großen Durchmesser und geringem Druckabfall bis an den Anschluss 8" herangeführt. An diesem Anschluss ist wie bei der Ausgestaltung der Fig. 1 ein Vorlauf-Rohrabschnitt 10" ringsum vom Rücklauf 11" umgeben. In den Vorlauf-Rohrabschnitt 10" des Verdampfers 3" ist vom Anschluss 8" aus eine Kapillare 6" eingeschoben, die sich ins Innere des Verdampfers 3" erstreckt, wie in der Figur anhand eines Teilschnitts dargestellt. Bei dieser Ausgestaltung ist ein Druckabfall in der Vorlaufleitung 1, der zur Verdampfung führen könnte, bis zum Anschluss 8" hin vermieden, auch hier kann eine Verdampfung erst stattfinden, wenn das Kältemittel die Kapillare 6" durchläuft. Da diese Kapillare 6" innerhalb des Verdampfers 3" liegt, wird Verdampfungswärme ausschließlich dem Verdampfer 3" und damit dem von ihm zu kühlenden Volumen entzogen.

#### Patentansprüche

1. Kältemittelkreislauf für eine Kältemaschine, mit einem Verdichter, einem Verdampfer (3, 3', 3"), einer ein Kältemittel vom Verdichter zum Verdampfer (3, 3', 3") führenden, eine Kapillare (6, 6") umfassenden Vorlaufleitung (1) und einer vom Verdampfer (3, 3', 3") zum Verdichter führenden Rücklaufleitung (2) in thermischem Kontakt mit der Vorlaufleitung (1), dadurch gekennzeichnet, dass der thermische Kontakt auf einen stromaufwärts von der Kapillare (6, 6") gelegenen Bereich (4) der Vorlaufleitung (1) konzentriert ist.
2. Kältemittelkreislauf nach Anspruch 1, dadurch ge-



kennzeichnet, dass der Druckabfall im Bereich des thermischen Kontakts (4) nicht mehr als 25%, vorzugsweise nicht mehr als 10% des Druckabfalls in der Kapillare (6, 6'') beträgt.

3. Kältemittelkreislauf nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass der Bereich des thermischen Kontakts (4) durch eine in Kontakt mit einer Wand der Rücklaufleitung (2) oder im Innern der Rücklaufleitung (2) geführte Rohrleitung (1) gebildet ist.

4. Kältemittelkreislauf nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Kapillare (6) auf dem überwiegenden Teil ihrer Länge außerhalb der Rücklaufleitung (2) verläuft.

5. Kältemittelkreislauf nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, dass die Kapillare (6) in ein Isolationsmaterial (7) eingebettet ist.

6. Kältemittelkreislauf nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, dass das Isolationsmaterial (7) gleichzeitig Teil der Wand eines Kältegeräts ist.

7. Kältemittelkreislauf nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der Verdampfer (3, 3'') koaxiale Anschlussstutzen (8, 8'') für Vor- und Rücklaufleitung (1, 2) aufweist.

8. Kältemittelkreislauf nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, dass der Verdampfer (3') getrennte Anschlussstutzen (8'a, 8'b) für Vor- und Rücklaufleitung (1, 2) aufweist.

9. Kältemittelkreislauf nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass die Kapillare (6'') sich vom Anschlussstutzen (8'') ins Innere des Verdampfers (3'') erstreckt.

---

Hierzu 2 Seite(n) Zeichnungen

---

35

40

45

50

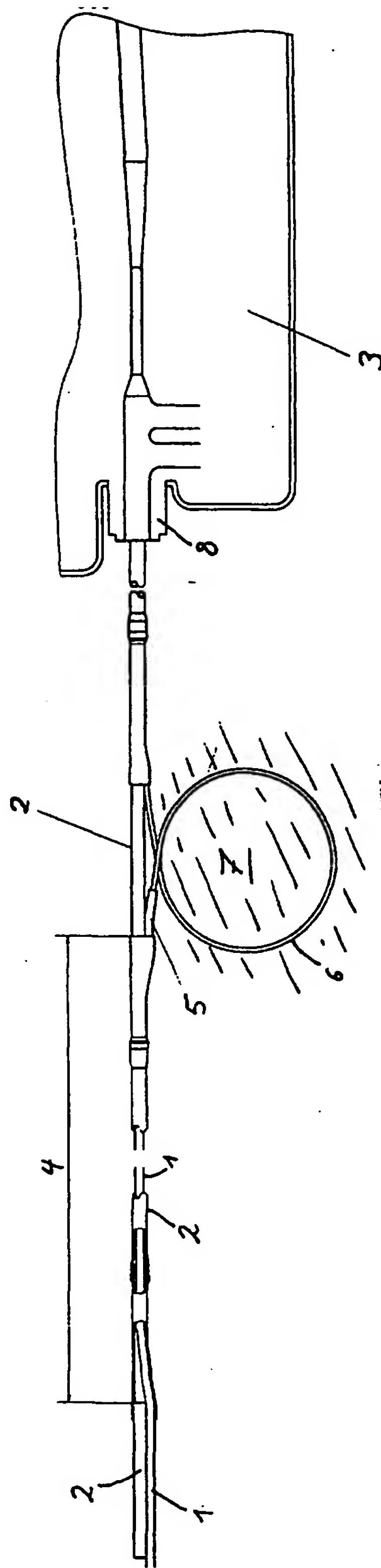
55

60

65

BEST AVAILABLE COPY

Fig. 1



BEST AVAILABLE COPY

